Aus der Universitäts-Hautklinik Marburg (Dir. Prof. Dr. Ruete).

Ueber Ultraviolettdurchlässiges Glas

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der Medizin, Chirurgie und Geburtshilfe

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Walter Diesinger

aus Gersweiler

Marburg 1931

Buchdruckerei von Joh. Hamel, Marburg

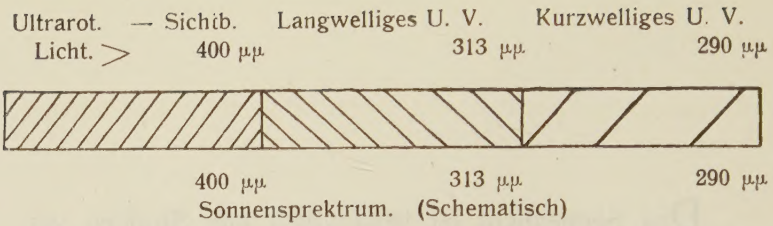
Angenommen von der medizinischen Fakultät Marburg
am 8. Dezember 1930.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

Referent: Professor Dr. Ruete.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Das Sonnenlicht ist bekanntlich aus Strahlen verschiedener Wellenlängen zusammengesetzt, d. h. das weiße Sonnenlicht ist entgegen dem äußeren Anschein nicht einfacher Natur, sondern besteht nach Newtons Entdeckung aus verschiedenen Farben. Läßt man das Sonnenlicht auf ein Glasprisma fallen, so wird der weiße Lichtstrahl in seine Bestandteile zerlegt (rot, orange, gelb, grün, blau, violett). Dieses Farbenbild der zerstreuten Sonnenstrahlen wird als Spektrum bezeichnet. Außer diesen sichtbaren Strahlen haben wir noch mit anderen Strahlengruppen zu rechnen. So bestehen rechts vom Violett und links vom Rot noch Zonen unsichtbarer Strahlungen, welche für unser Auge nicht wahrnehmbar sind; es ist nämlich bekannt, daß außerhalb des Spektrums noch Strahlungsgruppen liegen, die man als Ultraviolettstrahlung bzw. als Ultrarotstrahlung bezeichnet. Zwischen beiden liegt also der oben erwähnte sichtbare Teil des Spektrums. Die Wellenlänge der Strahlen nimmt ab vom Rot nach dem Violett. Die roten Strahlen haben die längsten, die violetten die kürzesten Wellenlängen. Die langwelligen roten und ultraroten Strahlen hat man wegen ihrer wärmeerzeugenden Eigenschaften als Wärmestrahlen, die kurzwelligen violetten und ultravioletten Strahlen, welche im Gegensatz zu diesen, wenig oder keine Wärme erzeugen, als kalte Strahlen bezeichnet. Da die Sonne annähernd wie ein glühender Körper von 6000° strahlt, hat sie nach den Strahlungsgesetzen ein Maximum der Strahlungsintensität bei der Wellenlänge 475 μμ. Von diesem Strahlenbezirke aus fällt sie schnell nach dem kurzwelligen und langsam nach dem langwelligen Spektrum hin ab.



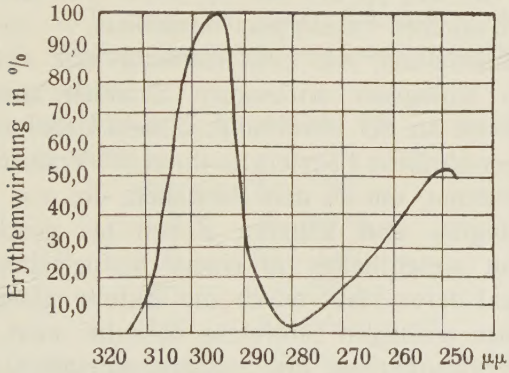
Sonnensprektrum. (Schematisch)

Die Erkenntnis, daß den verschiedenen Bezirken des Sonnenspektrums auch verschiedene spezifische Wirkungen auf den menschlichen Organismus zuzuschreiben sind, ist noch verhältnismäßig jung. Ebenso die heutige Anschauung, daß den ultravioletten Strahlen, und vor allen den kurzwelligen Ultraviolettstrahlen, eine ganz besondere Stellung zuzuschreiben ist. *Finsen*, den man heute allgemein als Vater der Lichtbiologie und Heliotherapie bezeichnet, war einer der ersten, die sich mit den verschiedenen therapeutischen Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen Spektralteile beschäftigten und den Anstoß dazu gaben, daß gerade der U. V. Strahlung des Sonnenlichtes im Laufe der Zeit eine immer größere Bedeutung zugemessen und sie zu therapeutischen Zwecken herangezogen wurde. So wendeten *Bernhard* und *Rollier*, bekanntlich angeregt durch die Versuche *Finsens*, mit gutem Erfolg die direkte Sonnenstrahlung bei schlecht heilenden Wunden und chirurgischen Tuberkulosefällen an. Die größte Aufmerksamkeit wurde jedoch auf diese Strahlengattung gelenkt, als in den Jahren 1919 bis 1920, *Huldschinsky* die U. V. Strahlung zur Heilung der Rachitis verwandte und hier wunderbare Erfolge erzielte. Unter dem Eindruck der glänzenden Erfolge der Lichttherapie wurde naturgemäß der Wunsch, über die Art der Strahlenwirkung und ihre theoretische Deutung Näheres zu erfahren, immer stärker. Auf alle mögliche Art und Weise suchte man die noch bestehenden Rätsel zu lösen.

Unterstützt wurden diese Versuche durch die großen Fortschritte der Physik und Physiologie, welche der For-

schung gerade auf dem Gebiete der Strahlung große Dienste geleistet haben. So erschien im Jahre 1921 die grundlegende Arbeit von *Hausser* und *Vahle*, welche mit monochromatischem Licht feststellten, daß die wirksamsten Wellenlängen des Sonnenspektrums in dem Bezirke von 313 μμ bis 289 μμ zu suchen sind, und daß aus dem langen von 2500 μμ sich erstreckenden Sonnenspektrum nur dem Bezirk von 313 μμ bis 289 μμ erythembildende Kraft innewohne, und fernerhin ein Erythem nur von Pigmentation gefolgt sei, wenn es durch diese besondere Strahlengattung hervorgerufen ist. Durch Linien über 320 μμ konnte keine deutliche Wirkung mehr erreicht werden. Die Erythemkurve des oben erwähnten Spektralbezirkes steigt nach *Hausser* und *Vahle* fast gradlinig von der Spektrallinie 313 μμ bis zur Linie 297 μμ, von wo aus wieder ein steiles Abfallen bis zur Linie 290 μμ zu bemerken ist. Ein zweites Maximum fanden sie bei 254 μμ. Bei der Spektrallinie 313 μμ soll die Wirkung 5% betragen, während sie bis zur Linie 297 μμ bis zu 100% steigt.

Erythemkurve nach *Hausser* und *Vahle*.



Nach diesen Versuchen von *Hausser* und *Vahle* lenkte sich natürlich die Aufmerksamkeit auf die spezifische Wirkung dieser Strahlengattung. Es wurde bewiesen, daß dem kurzwelligen U. V. Licht von 313 μμ bis 290 μμ

außer der Erythembildung mit nachfolgender Pigmentierung noch mannigfache biologische Wirkungen eigen sind; es seien hier die starke bakterientötende, — Licht ohne U. V. Strahlen büßt nach neueren Untersuchungen seine bakterizide Kraft mindestens um ein Drittel ein — die Rachitis und alle Krankheiten mit negativer Kalkbilanz heilende Wirkung erwähnt. Ferner wird erinnert an die Umwandlung von Ergostearin in das lebenswichtige Vitamin D. Auch spielt jetzt die U. V. Strahlung bei der Behandlung der chirurgischen und Lungentuberkulose und vieler anderer Erkrankungen auf Grund klinischer Erfahrung eine große Rolle. Eine der wichtigsten Entdeckungen wurde von *Peemöller* gemacht, welcher feststellte, daß die Rachitis heilende Wirkung des Lichtes erst mit der Wellenlänge 313 μμ abwärts beginnt und alle übrigen Strahlenarten mit größeren Wellenlängen bei der Rachitis wirkungslos bleiben. Diese Forschungsergebnisse der Lichtbiologie haben eindeutig die Wichtigkeit der Ultraviolettstrahlung für eine große Anzahl von Lebensvorgängen immer mehr in den Vordergrund gerückt. Gerade der wichtigste Teil der U. V. Strahlung von 313 μμ bis 290 μμ wird nun aber durch unser gewöhnliches Fensterglas absorbiert.

Die Erkenntnis, wie einschneidend sich chronischer Mangel an biologisch wirksamen Strahlen auszuwirken vermag, führte zu der Forderung, diesem Uebel abzuhelfen und das gewöhnliche Fensterglas durch U. V. durchlässiges Glas zu ersetzen, um so den Menschen, die vor allem in den gemäßigten und kälteren Zonen bei geschlossenen Fenstern im wesentlichen in einem biologischen Dunkel wohnen und deren Haut durch die Zufuhr glasgefilterten Lichtes eines wichtigen Stimulans beraubt wird, die biologische Strahlengattung des Sonnenspektrums von 313 μμ abwärts ebenfalls zu Teil werden zu lassen. Vor allem wurde diese Einrichtung für Krankenhäuser, Liegehallen, Schulen, Fabriken, Geschäftshäuser, Bureauräume und Großstadtwohnungen gefordert. Obwohl die Sonneninten-

sität im ganzen Ultraviolett nach *Dorno* nur etwa 1 % ihrer Gesamtstrahlung ausmacht und das kurzwellige U. V. also hiervon auch nur einen kleinen Bruchteil enthalten kann, hat man bei den stark ausgeprägten Eigenschaften der kurzen U. V. Strahlen damit gerechnet, daß nach weiterer Schwächung des Sonnenultravioletts durch U. V. durchlässige Gläser, immer noch eine Wirkung zu erwarten ist. U. V. durchlässige Gläser gibt es schon seit ungefähr 35 Jahren. Erwähnt seien hier die Untersuchungen von *Eder* und *Valenta*. Ferner sei erinnert an die Verwendung von Uviolglas, welches wie alle andern Glassorten früher nur zu optischen Zwecken gebraucht wurde. Erst im Jahre 1914 versuchte man, Liegehallen mit U. V. durchlässigem Glas (Uviolglas) zu versehen. Diese Versuche kamen jedoch durch den Krieg in Vergessenheit.

Heute werden von einer Reihe von Fabriken im In- und Auslande Spezialglassorten, welche eine gute Durchlässigkeit für kurzwellige U. V. Strahlen besitzen sollen, hergestellt und finden auch reichlich Abgang. Verschiedentlich wurden schon Versuche über die U. V. Durchlässigkeit der Gläser angestellt und auch der Wert der Gläser angegeben, So werden z. B. von der neuen Glasindustriegesellschaft G. m. b. H. Weißwasser/L. für die Glassorte Ultravit folgende Werte angegeben:

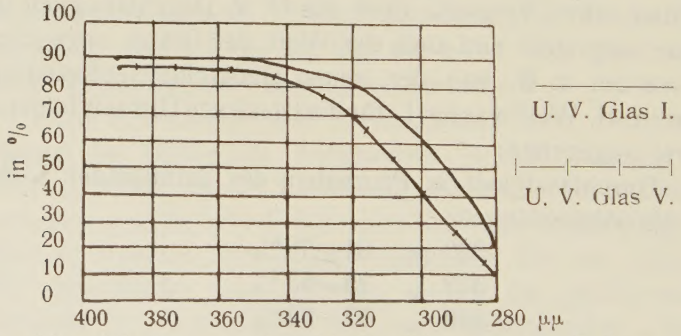
Durchlässigkeit in Prozenten des auffallenden Lichts für die Wellenlängen:

320 μμ 81—73 %
313 „ 75—63 %
300 „ 57—32 %
297 „ 52—27 %
290 „ 39—15 %,

je nach Dicke des Glases und Dauer der Bestrahlung.

Angeführt seien ferner die Untersuchungen von *Suhrmann*. Er verwandte für die Durchlässigkeitsmessungen das Licht einer 220 Volt-Quecksilbergleichstromlampe, welches in einem Quarzdoppelmonochromator spektral zer-

legt wurde. Das austretende monochromatische Licht ließ er durch einen Quarz-Fluorit-Achromaten, einen Lichtverschluß und eine Blende als paralleles Strahlenbündel, entweder direkt in eine lichtelektrische Zelle fallen, oder zunächst eine zu untersuchende Glassorte passieren. Die verwandte Photozelle stand mit einem Fadenelektrometer in Verbindung, dessen Aufladegeschwindigkeit mit einer Stoppuhr gemessen wurde. Er bestimmte nun mit Hilfe dieser Apparatur den gesamten Lichtverlust, — bei der praktischen Verwendung der Fenstergläser tritt natürlich nicht nur ein Absorptionsverlust, sondern auch ein Reflexionsverlust ein — den das monochromatische Strahlenbündel beim Auftreffen auf die verschiedenen Glasscheiben erleidet. *Suhrmann* untersuchte 5 U. V. durchlässige Glassorten, welche er als U. V. I, U. V. II. usw. bezeichnete. Bei allen 5 Gläsern setzte eine deutliche Absorption bei ungefähr 335 μμ ein. Bei 280 μμ fand er noch 20% Durchlässigkeit für die beste Glassorte U. V. I und 10% für das am wenigsten durchlässige Glas U. V. V.

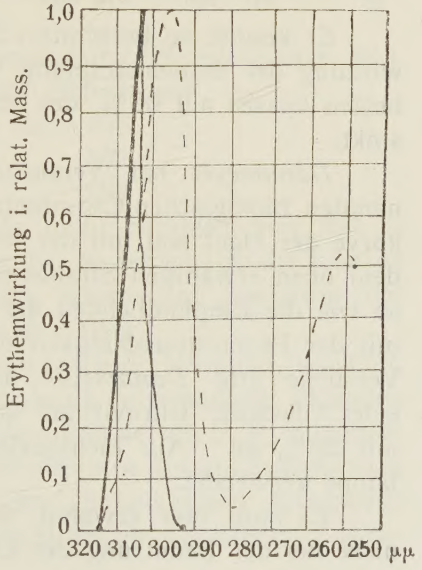


Durchlässigkeitswerte für U. V. Gläser nach *Suhrmann.*

Um den praktischen Durchlässigkeitswert der Gläser zu bestimmen, brachte er die von *Fabry* und *Buisson* festgestellten relativen Intensitäten der kurzwelligen Sonnenstrahlung in Beziehung mit der Erythemkurve von *Hausser* und *Vahle,* indem er für einzelne Wellenlängen, die aus der Kurve der spezifischen Erythemwirkung entnommenen Werte, mit der zugehörigen Sonnenintensität multiplizierte und die erhaltenen Zahlen auf eine Einheit reduzierte.

Wellenlänge in μμ	Relative Werte der Intensität des Sonnenspektrums.
314,3	22400
310,4	15100
305,2	10200
302,2	2700
299,7	1320
296,3	132
295,6	76
294,6	25
293,6	11
293,1	5,5
292,2	2,2
291,7	0,87
291,2	0,3
290,6	0,04
289,8	0,02

Die Intensitäten der kurzwelligen Strahlung im Sonnenspektrum nach *Fabry* und *Buisson*.

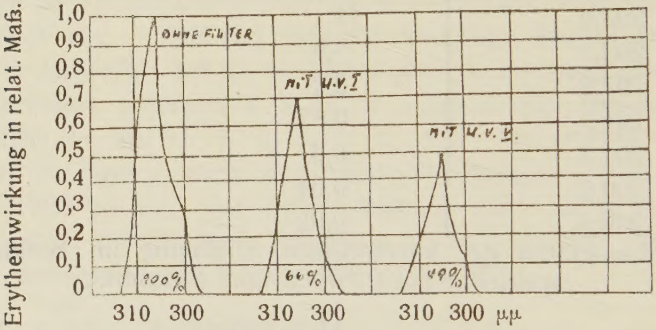


— — — —

Spezif. Erythemwirkung nach *Hausser* und *Vahle*.

Erythemwirkung durch das Sonnenspektrum nach *Suhrmann*.

Das Hauptwirkungsgebiet der Sonnenstrahlen liegt also nach *Suhrmann* bei 305 μμ. Die spezifische Erythemwirkung beträgt bei 297 μμ 1,0; die Erythemwirkung durch das Sonnenspektrum erreicht ihre größte Höhe auf Grund der Tabelle bei 305 μμ. Um nun Angaben über die Erythemwirkung der durch die U. V. Gläser gefilterten Sonnenstrahlung machen zu können, multiplizierte *Suhrmann* die Erytemwerte des Sonnenspektrums mit den gefundenen Durchlässigkeitsprozenten der Gläser und erhielt folgende Werte:



Er konnte so berechnen, daß die gesamte Erythemwirkung der Sonnenstrahlung bei Zwischenschaltung des besten Glases auf 66 %, des schlechtesten Glases auf 49 % sinkt.

Dannmeyer hat Versuche angestellt mit der sogenannten biologischen Cadmiumzelle. Die Empfindlichkeitskurve der Haut soll mit der technischen Cadmiumzelle in dem oben erwähnten Strahlenbezirk übereinstimmen, ebenso wie die Empfindlichkeit der Cadmiumzelle kurvenmäßig mit der Penetrationsfähigkeit der Haut. Auf Grund dieser Versuche gibt *Dannmeyer* die äußerste Durchlässigkeit einer Glassorte Ultravit für kurzwellige U. V. Strahlung mit 28 % an. Als Lichtquelle wurde eine Quecksilberlampe verwendet.

Es muß hier erwähnt werden, daß die Meßergebnisse bei der Benutzung der Cadmiumzelle abhängig sind

von der Intensitätsverteilung der benutzten Lichtquelle. *Suhrmann* weist darauf hin, am Beispiel der Glasdurchlässigkeit, daß bei Ermittlung spektraler Effekte mit unzerlegtem Licht unter Verwendung einer Cadmiumzelle beträchtliche Fehler auftreten können. Auch sagt die Cadmiumzelle sehr wenig aus über das langwellige U. V. Licht, welches doch im Sonnenspektrum reichlich vorhanden. Fast alle angeführten Versuche sind lediglich mit Hilfe der Höhensonne oder andern künstlichen Lichtquellen angestellt und ferner mit Apparaturen, welche für die Praxis viel zu kompliziert sind. Vor allem die Verwendung des Quarzlichtes darf in nur beschränktem Maße bei der Durchlässigkeitsprüfung der U. V. Gläser verwandt werden. Das Spektrum des H g Lichtes ist nämlich im Gegensatz zu dem der Sonne kein geschlossenes, sondern ein Linienspektrum. Das Hg Licht ist daher bezüglich der Strahlen zwischen 400 μμ und 292 μμ qualitativ, nicht quantitativ, unendlich viel U. V. ärmer, als das Sonnenlicht. So kommen zwischen 400 bis 292 μμ bei der Höhensonne nur die Strahlen bei 391, 366, 365, 334, 313, 312,6, 302,8 302,3, 302,2 μμ in Betracht.

In dem biologisch wichtigsten Strahlenbezirk konzentriert sich die Energie der Höhensonne

zu 62 % auf die Linie 313
zu 24 % „ „ „ 302
zu 14 % „ „ „ 297

Ferner besitzt das Hg Licht Strahlen von 292 μμ bis 184 μμ. Dem Licht der Sonne fehlen also die äußeren kurzwelligen U. V. Strahlen, welche im Spektrum der Quarzlampe reichlich vorhanden sind.

Es sei noch eine Reihe anderer Versuche erwähnt, bei denen die Höhensonne keine Verwendung gefunden hatte. In England wurden Schulräume mit U. V. durchlässigem Glas versehen. Man will hier eine bessere Entwicklung der Kinder gegenüber solchen Schulkindern festgestellt haben, welche dem Unterricht hinter gewöhnlichem Fenster-

glas beiwonhten. Verschiedentlich hat man auch in Tiergärten die Käfige der Tiere mit U. V. Gläsern versehen, und auch hier will man glänzende Erfolge erzielt haben.

In der „Mediz. Welt“ wird von der Höheren Staatslehranstalt für Gartenbau, Weihenstephan, über Versuche mit U. V. durchlässigem Glas berichtet. Es handelt sich um beachtenswerte Versuchsergebnisse, welche mit Salatpflanzen unter U. V. Glas erreicht wurden. In Mistbeeten, welche mit einer Glassorte „Sanalux“ bedeckt waren, wurden bedeutend frühere Ernten erzielt, als in solchen, die mit gewöhnlichen Gartenglas abgedeckt waren. Durch die Glassorte „Sanalux“ scheint also die Entwicklung von Pflanzen sehr begünstigt zu werden.

Als weitere Versuche seien erwähnt die Prüfungen U. V. durchlässigen Glases durch *Zimmermann*. Als Strahlenquelle wurde auch hier eine normale Quarzquecksilberlampe benutzt und die Anwesenheit von U. V. Strahlen mit Hilfe der *Meyer-Behring*'schen Jodmethode, modifiziert nach *Keller*, festgestellt. An Gläsern wurden benutzt: Gewöhnliches Fensterglas und 2 U. V. durchlässige Glassorten I. und II. Die Versuche ergaben, daß Fensterglas die U. V. Strahlung völlig absorbiert, daß bei dem Glas I die Durchlässigkeit für U. V. Strahlen so gering ist, daß es praktisch nicht verwertbar erscheint. Dagegen wurde bei dem durchlässigen Glas II ein günstiges Resultat erzielt. Bei letzterer Glassorte trat schon nach 25 Min. Bestrahlung in der verwendeten Mischflüssigkeit ein Reaktionsumschlag ein. Die alleinige Prüfung der U. V. Gläser vor der Quarzlampe ist aber wie oben angeführt in Anbetracht des Verwendungszweckes der Gläser nicht ratsam. Eine rein physikalische Betrachtung über die Durchlässigkeit der U. V. Gläser gestattet noch keinen genauen Rückschluß auf ihren biologischen Wert.

Wir verwendeten zu unseren Versuchen folgende Glassorten: „Sanalux“, „Ultraglas“, „Ultravit“ und gewöhnliches Fensterglas. Die Messungen wurden ebenfalls nach

der Methode von *Meyer* und *Behring*, mit der Modifikation nach *Keller*, vorgenommen. *Meyer* und *Behring* verwandten zur Photometrie biologisch wirkender Strahlenquellen — hier ist vor allen Dingen die Höhensonne gemeint — die sog. Jodmethode, welche auf der lichtchemischen Zersetzung von Jodwasserstoff unter Einwirkung des Sauerstoffs der Luft beruht. Der Zersetzungsprozeß verläuft nach folgender Formel: $2\ J\ H + O = J_2 + H_2O$.

Durch die Einwirkung des Lichtes wird also eine Spaltung des Jodwasserstoffs in J und H bewirkt, unter Bindung des letzteren an Sauerstoff zu H_2O. Je nach der Intensität des einfallenden Lichtes wird eine größere oder geringere Menge Jod abgeschieden. Die Menge des abgeschiedenen Jodes bildet also ein direktes Maß für die verschluckte Lichtmenge. Zur Ausführung des Versuches verwendet man eine frisch bereitete 1%ige Jodkalilösung, welche mit einer 5,3%igen Schwefelsäurelösung in einer sogenannten Prüfzelle gemischt wird. Hier entsteht also Jodwasserstoff aus Jodkali durch Einwirkung einer Mineralsäure. Von beiden Lösungen werden je 25 ccm in die Prüfzelle gegeben. Die Prüfzelle ist ein Zylindergefäß, dessen vordere Wand mit einem für U. V. Licht durchlässigen Quarzfenster versehen ist. Nach der Belichtung durch eine wirksame U. V. Strahlenquelle wird das frei gewordene Jod, welches nach einiger Zeit die bisher klare Mischflüssigkeit bräunt, titrimetrisch bestimmt. Nach Zusatz von 3 bis 5 Tropfen einer 1%gen klaren Stärkelösung, durch welche der Mischflüssigkeit eine blaue Farbe verliehen wird, läßt man aus einer Bürette $^1/_{100}$ Normal-Natrium-Thiosulfatlösung so lange tropfenweise zufließen, bis eine Entfärbung der Mischflüssigkeit eintritt. Die verbrauchte Natrium-Thiosulfatlösung bildet nun ein direktes Maß für das abgeschiedene Jod und somit für die verschluckte Lichtmenge. Daraus können die nötigen Schlüsse über die Bestrahlungsdauer eines Patienten nach Ansicht von *Meyer* und *Bering* gezogen werden. Als Normaldosis der Be-

strahlung wurde von *Meyer* und *Bering* diejenige Menge U. V. Strahlen bezeichnet, welche in der angegebenen Mischflüssigkeit so viel Jod abscheidet, daß zu seiner Messung 10 ccm der angegebenen Natrium-Thiosulfatlösung erforderlich sind. Die Normaldosis wurde mit 1 Finsen bezeichnet. *Keller* hat nun diese Methode zur Dosierung der Höhensonne einzeitig gemacht, d. h. er hat sie bedeutend verbessert und zwar ganz unter dem Gesichtspunkt der Uebereinstimmung mit der menschlichen Hautreaktion. Durch die modifizierte Methode ist es möglich, die Bestrahlungsdauer festzustellen, welche nötig ist, um bei einem beliebigen Patienten ein Erythem hervorzurufen, das nicht über die Grenzen der Erträglichkeit hinausgeht. Nach der Paralletitätsprüfung entspricht die *Meyer-Bering*-sche Methode nicht diesen Anforderungen. Sie reagiert nur im Beginn der Reaktion auf dieselben Wellenlängen wie die Haut. Diese Uebereinstimmung verschlechtert sich aber mit der Dauer der Belichtung. *Keller* wählt das Hauterythem als biologischen Maßstab für die U. V. Bestrahlung, da er auch der Ansicht ist, daß der therapeutische Erfolg einer Lichtbestrahlung mit der Erythembildung der Haut parallel geht. Die für das Erstlingserythem nötige biologische Lichtdosis bezeichnet er als Höhensonneneinheit (H S E). Bei seiner Methode wird der Schwefelsäure-Jodkalilösung sofort eine bestimmte Menge Natrium-Thiosulfatlösung nebst Stärkelösung als Indikator zugesetzt, und es ergab sich, daß 25 ccm 1% iger Jodkalilösung + 25 ccm 5,3% iger Schwefelsäurelösung + 6 Tropfen Stärkelösung + 1 ccm $^1/_{400}$ Natrium-Thiosulfatlösung eine Mischung darstellen, welche bis zum Reaktionsumschlag dieselbe Empfindlichkeit gegenüber U. V. Strahlen aufweist, wie die Haut. Die H. S. E. wird folgendermaßen bestimmt: ein Becherglas von 5 ccm Durchmesser und etwa 100 ccm Inhalt wird mit den oben angegebenen Flüssigkeitsmengen gefüllt. Die frische Mischflüssigkeit wird in dem Abstand, den man bei Bestrahlungen

unter der Höhensonne gewöhnlich anwendet, unter die Strahlenquelle auf ein weißes Papier gesetzt. Unter der Bestrahlung bildet sich dann freies Jod, — es treten an der Oberfläche der Flüssigkeit nach einiger Zeit blaue Schlieren auf, welche durch Umrühren mit einem Glasstab zerstört werden müssen — das aber sofort von dem Natrium-Thiosulfat gebunden wird. Erst wenn das freie Jod im Ueberschuß auftritt, gibt es mit der Stärke den nun sofort auftretenden blauen Farbenumschlag. Der Beginn der Bläuung gibt die Reaktionszeit an. Die Reaktion ist von der Temperatur abhängig, die Erwärmung aber unwesentlich, wenn man bei der Höhensonne einen Abstand von 25 cm vom Brenner bewahrt. Die Höhensonneneinheit wird bestimmt durch die Zeit des Reaktionsumschlages, ist aber gültig für den doppelten Abstand, in dem die Oberfläche der Mischung bestrahlt wurde. Von uns wurde nun die *Keller*'sche Methode sowohl zu Messungen unter der Höhensonne als auch in natürlichem Sonnenlicht verwandt.

I. Kontrollversuche unter der Höhensonne.

Abstand vom Brenner der H. S.	Reaktionsumschlag nach:
50 cm	4 Min. 50 Sec.
50 „	4 „ 40 „

Ein Erythem tritt also unter der benutzten Höhensonne in 1 Meter Abstand nach 4 Min. 45 Sec. auf, und zwar ist es ein Erythem, welches nicht über die Grenzen der Erträglichkeit hinausgeht.

Die weiteren Versuche wurden in 25 cm Abstand vom Brenner vorgenommen.

Abstand vom Brenner der H. S.	Reaktionsumschlag nach:
25 cm	1 Min. 30 Sec.
25 „	1 „ 30 „

Die Bestrahlungsdauer beträgt also hier in 50 cm Abstand 1. Min. 30 Sec.

II. Versuche mit Zwischenschaltung von „Quarzglas", „Sanalux", „Ultraglas", Ultravit" und „gewöhnlichem Fensterglas" unter der Höhensonne.

Die verwendeten Glassorten wurden in 10 cm Abstand vom Flüssigkeitsspiegel der Reaktionsmischung eingeschaltet. Die Gläser hatten ungefähr die gleiche Dicke.

Glassorte:	Abst. d. Reaktionsflüssigk. v. Brenner d. H. S.	Reaktionsumschlag nach:
Quarzglas	50 cm	8 Min. 40 Sec.
„	25 „	2 „ 15 „
Sanalux	50 „	nach $3^1/_2$ h
„	25 „	vollkommene Bläuung der Lösung nach 2h 5'. Reaktionsumschlag nicht wahrgenommen.
„	25 „	1h 53'
Ultraglas	25 „	vollkommene Bläuung nah 2h 10', Reakt. Umschlag nicht wahrgenommen.
„	25 „	1h 55'
Ultravit	25 „	vollkommene Bläuung nach 2h 45', Reakt. Umschlag nicht wahrgenommen.
„	25 „	2h 25'
Fenstergl.	25 „	4h 40'

Quarzglas besitzt also eine gute Durchlässigkeit für U. V. Strahlung unter der Höhensonne. Bei Zwischenschaltung der U. V. durchlässigen Glassorten Sanalux, Ultraglas, Ultravit tritt ein Erythem nach einer Bestrahlungsdauer von 1 h 53', 1 h 55' bzw. von 2 h 25' auf und zwar in einem Bestrahlungsabstand von 50 cm. Dieses Ver-

suchsergebnis läßt einwandfrei auf eine schlechte U. V. Durchlässigkeit der zuletzt erwähnten Glassorten schließen und vor allem für das verwendete Fensterglas.

Es folgen nun die Versuche im Freien. Sie wurden in den Monaten Juni-August durchgeführt, also in einer Jahreszeit, wo die U. V. Intensität der Sonne in unserer Gegend sicher ihren Höhepunkt erreicht und *Dorno* in Davos fand, daß die Sonnenenergie, bezogen auf den Spektralteil 320 μμ bis 290 μμ, gleich ist der Energie einer Quecksilberlampe in einem Bestrahlungsabstand von einem Meter. Bei den Versuchen war die Reaktionsflüssigkeit sowohl der direkten Sonnenstrahlung als auch dem sogenannten Himmelslicht ausgesetzt. Unter Himmelslicht versteht man bekanntlich die zerstreute Strahlung der Atmosphäre, welche durch die Sonnenstrahlung bedingt wird; da die kürzeren Wellenlängen stärker zerstreut werden als die längerwelligen Lichtstrahlen, so ist das Himmelslicht blau, natürlich reich an U. V. Strahlen und so unbedingt bei den Versuchen zu berücksichtigen. Selbst bei wolkigem dunstigem Himmel, auch wenn die Sonnenstrahlung fehlt, kommt nach *Linke* noch etwa $^1/_4$ der direkten Sonnenstrahlung infolgedessen zur Erde, und diese helle Strahlung des Himmels enthält prozentual mehr kurzwelliges Licht als die direkte Strahlung. Nach *Linke* kommt jedoch selten Himmelslicht unterhalb der Wellenlänge 300 μμ zur Erde.

III. Versuche im Freien. Lichtquelle: Sonne + Himmelslicht.

a) ohne Zwischenschaltung von Fenstergläsern.

Entsprechend den Versuchen bei der Höhensonne standen die Bechergläser mit der Mischflüssigkeit auf einer weißen Unterlage.

Tag	Lichtquelle.	Reaktions-umschl. n.	Zeit:
13. VII. 29	Himmelslicht (bei wolkigen Himmel u. bedeckter Sonne)	8h 30'	9h —17h 30'
15. VII. 29	Sonne u. Himmelslicht (bei völlig klarem Himmel	3h 25'	10h —13h 25'
16. VII. 29	dito	3h 30'	10h —13h 30'
16. VII. 29	dito	3h 25'	12h 50' - 16h 15'

b) mit Zwischenschaltung von U. V. durchlässigen Fenstergläsern. Abstand von der Reaktionsflüssigkeit 10 cm.

Die Versuchsanordnung war so gewählt, daß die direkte Sonnenstrahlung möglichst senkrecht die einzelnen Glassorten traf.

Datum: 17. VII. 29.

Glassorte:	Lichtquell:	Reaktions-umschl. n.	Zeit:
Sanalux:	Sonne u. Himmelslicht (bei völlig klarem Himmel)	3h 55'	10h —13h 55'
18. VII. 29			
ohne	dito	2h 30'	9h 30—12h
Sanalux	dito	3h 8'	9h 30—12h 38'
Ultraglas	dito	3h	9h 30—12h 30'
Ultravit	dito	3h 5'	9h 30—12h 35'
Gewöhnl. Fenstergl.	dito	3h 35'	9h 30—13h 5'
3. VIII. 29.			
ohne	dito	2h 25'	10h —12h 25'
Sanalux	dito	3h 5'	10h —13h 5'
Ultraglas	dito	2h 55'	10h —12h 55'
Ultravit	dito	3h	10h —13h
Gewöhnl. Fenstergl.	dito	3h 32'	10h —13h 32

Auffällig ist nach diesen Versuchen, daß bei dem unter der Höhensonne am besten durchlässigen U. V. Glas der Reaktionsumschlag am spätesten eintritt, und der größte Unterschied zu Fensterglas, welcher unter der Höhensonne bis zu 3 Stunden betragen hat bis auf 35 Min. gesunken ist. Hier ist die kürzere Reaktionszeit, welche unter den Glassorten „Sanalux" und „Ultravit" unter der Höhensonne erreicht wurde, in der besseren Durchlässigkeit für die in dem Lichte der Quarzlampe enthaltenen Wellenlängen von 290 μμ abwärts, die im Sonnenspektrum nie nachgewiesen werden konnten, zu suchen. Die Durchlässigkeit für die U. V. Strahlung der Sonne ist bei allen 3 Glassorten ungefähr gleich. Die verkürzte Reaktionszeit bei den Versuchen im Freien gegenüber Fensterglas ist hierdurch auch begründet und ferner noch durch den größeren Gehalt der Sonne an langwelliger Strahlung. Da wie oben erwähnt die Reaktion von der Temperatur abhängig ist, wurden Temperaturmessungen unter den Glasscheiben vorgenommen. Es wurden Temperaturen bis zu 50° festgestellt. Aus diesem Grunde wurde bei den weiteren Versuchen mit Hilfe eines Ventilators gekühlt, sodaß die Temperaturen nur noch eine Höhe von durchschnittlich 20° erreichten. Die Versuchsergebnisse waren danach folgende:

Datum: 25. VIII. 30.

Glassorte:	Lichtquelle:	Reaktionsumschlag nach:
Sanalux	Sonne + Himmelslicht	3 h 34′
Ultraglas	dito	3 h 28′
Ultravit	dito	3 h 33′
Gewöhnliches Fensterglas	dito	4 h

Ein Erythem bei Patienten müßte also mit Kühlung auftreten nach einer durchschnittlichen Bestrahlungsdauer

von 3½ Stunden bei Zwischenschaltung der U. V. Glassorten. Da natürlich in der Praxis eine solche Kühlung nicht in Frage kommt, wurde dieselbe bei den nun folgenden Versuchen an Patienten nicht angewandt; es konnte eine Uebereinstimmung der Reaktionszeit mit der Erythembildung bei den Versuchen ohne Kühlung festgestellt werden. Bei letzteren trat der durchschnittliche Reaktionsumschlag unter U. V. Glas nach ca. 3 Stunden ein.

IV. Bestrahlung von Patienten hinter U. V. Gläsern.

Direkte Sonnenstrahlung + Himmelslicht.

Der Abstand der Patienten von den Fenstern betrug 100 cm. Die Bestrahlungen wurden an reinen Sonnentagen vorgenommen und zwar in geschlossenem Raume:

Pat.:	Glassorte:	Bestrahlungsd.:	Erythem:	Dto. n. 24 Std.:	Pigmentation
1. A	Sanalux	3h	gering	noch angedeutet	nach 14 Tagen sehr deutlich
2. B	Ultraglas	3h	sehr gering	eben n. angedt.	14 Tage später wenig
3. C	Ultravit	3h	lebhaft	sehr deutlich	14 Tage später schw.
4. D	Fenstergl.	3h	sehr schw.	0	0
5. E	Ultravit	3h	deutlich	deutlich	schwach
6. E	Fenstergl.	3h	0	0	Pigmentation von 5 besteht noch n. 8 Tag.
7. D	Ultravit	3h	deutlich	deutlich	8 Tage später deutl.
8. F	Sanalux	3h	deutlich	deutlich	8 Tage später stark
9. F	Fenstergl.	3h	mäßig	0	0

Zu erwähnen sind auch noch Versuche mit dem *Keller*'schen Erythemdosimeter, welches mittels Chlorsilberpapier, das sich unter dem Einfluß von Licht schwärzt, und vorzüglich noch auf das biologisch wirksame Licht reagiert, gleichzeitig das Gesamtlicht einer Lichtquelle,

deren Gehalt an biologisch unwirksamen und an schwach wirksamen Strahlen bestimmt und so durch Substraktion die Wertbestimmung für die wirksame Strahlung allein möglich macht.

Der Dosimeter besteht aus einem Glasfilter, welches auf Grund experimentell biologischer Untersuchung so gewählt ist, daß es die erythemerzeugenden Strahlen gerade völlig absorbiert; er besteht ferner aus einem Uviolglasfilter, welches von erythemerzeugenden Strahlen lediglich die langwelligsten durchläßt. Das Fotometerpapier kann nun zu je einem Drittel offen, unter Uviolglas und unter Glas belichtet werden. Wird nun an dem unbedeckten Papierdrittel stets bis zu einem bestimmten Schwärzungsgrad (Normalschwärzung) belichtet, so ist die hierzu nötige Belichtungszeit ein Maß für die fotometrische Kraft des Gesamtlichtes der zu untersuchenden Lichtquelle. Die unter dem Uviolglas erreichte Schwärzung ist ein Maß für die fotografische Kraft der schwach erythemerzeugenden Strahlen + der unbiologischen Strahlen, diejenige unter dem Glasfilter der unbiologischen Strahlen allein.

Keller setzt nun noch die fotografische Wirksamkeit der Strahlen mit ihrer erythemerzeugenden Kraft in Beziehung. Er stellte für möglichst viele Lichtquellen mit wechselndem Gehalt an erythemerzeugenden Strahlen das Verhältnis fest, welches zwischen dem Schwärzungswert des Papiers und der Erythembildung der Haut besteht und konnte so, an Hand einer entsprechend aufgestellten Tabelle, für jede Kombination von Papierschwärzung den entsprechenden Erythemwert berechnen und daraus den sogenannten Korrektionsfaktor, der die Belichtungszeit, welche zunächst nur ein Maß für die Summe der biologischen und unbiologischen Strahlen ist, in die Erythemdosis verwandelt. Das Erythemdosimeter ist demnach im Stande, die Erythemdosis jeder Lichtquelle zu messen. Voraussetzung ist natürlich, daß im Spektrum der betreffenden Lichtquelle überhaupt oder genügend erythemerzeugende Strahlen

enthalten sind. Bei Versuchen unter der Höhensonne wurden ungefähr die gleichen Werte gefunden, wie mit der Jodmethode; jedoch konnte bei Belichtungen in natürlichem Sonnenlicht die gefundenen Werte nicht mit Hilfe der Tabelle berechnet werden.

Versuchsergebnis: Der Schwärzungsgrad unter dem Glasfilter war schwächer, als die unter dem Uviolglasfilter erreichte Schwärzung — die Normalschwärzung war in ganz kurzer Zeit erreicht, was auf den großen Gehalt der Sonne an solchen Strahlen zurückzuführen ist, welche z. B. in der künstlichen Höhensonne nicht enthalten sind — während letztere im Vergleich mit der Normalschwärzung fast übereinstimmte. Wenn auch die Grenzen der Brauchbarkeit des Instrumentes an sich durch die Grenzen der Tabelle gegeben sind, so lassen sich doch wichtige Schlüsse aus diesem Versuche ziehen.

Was ergibt nun das gesamte Versuchsergebnis? Die Versuche unter der Höhensonne zeigen, daß Quarzglas, welches zur Verwendung in der Praxis nicht in Frage kommt, am besten für U. V. Licht durchlässig ist, daß aber die so viel angepriesenen U. V. durchlässigen Gläser schon bei Prüfung unter der Höhensonne auf eine schlechte Durchlässigkeit des U. V. Lichts der Sonne schließen lassen. Hier könnte man jedoch dem ausgesprochenen Linienspektrum der Quarzlampe eine gewisse Schuld zusprechen; denn die Höhensonne zeigt ja gerade in dem biologisch wirksamen Strahlenbezirk von 313 μμ bis 297 μμ kein kontinuierliches Spektrum. Die Ergebnisse im natürlichen Sonnenlicht weichen jedoch nicht von den Versuchen unter der Höhensonne ab. Der Versuch vom 13. VII. 29 in Tabelle III ist bei durch Wolken bedeckter Sonne ausgeführt, also lediglich dem Himmelslicht ausgesetzt gewesen, in welchem ja bekanntermaßen langwellige Strahlen fast nicht existieren. Es erfolgte ein Reaktionsumschlag erst nach 8 Stunden 30 Min. Bei Zwischenschaltung der verschiedenen U. V. durchlässigen Gläser konnte eine Ver-

änderung der Reaktionsflüssigkeit an diesem Tage nicht erreicht werden. Dies ist ein Zeichen dafür, daß an trüben Tagen sehr wenig U. V. Strahlung zu uns gelangt. Die Versuche bei völlig klarem Wetter zeigen ein bedeutend besseres Resultat und weisen darauf hin, daß zwischen gewöhnlichem Fensterglas und U. V. durchlässigem Glas ein Unterschied zugunsten des letzteren besteht Da gewöhnliches Fensterglas nach *Dannmeyer* nur für Strahlen bis zu 330 μμ Wellenlänge durchlässig ist, müssen also Strahlen von kürzerer Wellenlänge die Glassorten Sanalux, Ultraglas und Ultravit passieren. Die Versuche ohne Zwischenschaltung von U. V. Gläsern — hier ist die Reaktionsflüssigkeit also der Gesamtstrahlung ausgesetzt — beweisen aber, daß auch ein beträchtlicher Teil der biologisch wirksamen Strahlen durch die U. V. Gläser absorbiert wird. Hier besteht sogar ein Höchstunterschied bis zu 40 Min. im Vergleich zu den Ergebnissen mit U. V. Gläsern, während die Reaktion unter Fensterglas höchstens 27 Min. später auftrat als unter dem U. V. Glas.

Der kurze Reaktionsunterschied der Mischflüssigkeit unter U. V. Glas gegenüber gewöhnlichem Fensterglas läßt weiterhin darauf schließen, daß U. V. Glas entweder nur ganz geringe Mengen von kurzwelligem U. V. Licht passieren läßt oder nur verhältnismäßig langwelliges U. V. Licht, welches allerdings von Fensterglas schon absorbiert wird. Welche wirksamen Strahlenbezirke die einzelnen Reaktionen hervorgerufen haben, soll weiter unten zusammen mit anderen Versuchen erörtert werden.

Bei den Patienten, welche der Bestrahlung hinter U. V. Gläsern und Fensterglas ausgesetzt waren, konnten charakteristisch lichtbewirkte Veränderungen der normalen Haut hervorgerufen werden, wie aus den Tabellen hervorgeht. Die Bestrahlungen bei den Patienten wurden allerdings an solchen Körperstellen vorgenommen, deren Empfindlichkeit gegenüber U. V. Licht von *Keller* mit 100% angegeben wird. Bestrahlungen weniger empfindlicher

Körperstellen würden sicherlich eine bedeutend geringere oder gar keine Erythembildung zur Folge gehabt haben.

Die Erscheinungen der Haut nach Bestrahlungen mit Lichtquellen, die neben ultraroten und sichtbaren Strahlen auch ultraviolette Strahlen enthalten, entwickeln sich so, daß unmittelbar im Anschluß oder noch während der Bestrahlung Hautrötungen, die auf den Einfluß der Wärmestrahlungen gegebenenfalls auch auf die Wärme der umgebenden Luft zurückzuführen sind, entstehen. Diese meistens fleckige Wärmehyperämie, welche nicht an den Grenzen der bestrahlten Hautpartien halt macht, verschwindet kurze Zeit nach der Bestrahlung, um dem, nach einer Latenzzeit von 1 bis 2 Stunden auftretenden, fotochemischen Erythem Platz zu machen, welches sich streng an die Belichtungsgrenzen hält. Wie schon oben gesagt, erreichten wir diese charakteristische fotochemischen Lichtwirkung bei Bestrahlung von Patienten, wenn sie auch nicht stark ausgeprägt war.

Es taucht nun die Frage auf, durch welche kurzwelligen Strahlenbezirke die Reaktionsumschläge und die Erytheme unter U. V. Gläsern nach natürlicher Sonnenbestrahlung hervorgerufen werden. Hier geben die Versuche mit dem *Keller*'schen Erythemdosimeter zusammen mit den Ergebnissen der Jodmethode Aufschluß. Bei dem Dosimeter ergibt der Vergleich der Schwärzung unter dem Uviolglasfilter mit derjenigen unter dem Glasfilter ebenfalls, daß biologisch wirksame Strahlenbezirke bei uns zur Erde gelangen. Der Vergleich der Schwärzung unter dem Uviolglasfilter mit der Normalschwärzung weist aber darauf hin, daß lediglich langwelligere Strahlenbezirke hier in Frage kommen. Die zur Erythembildung notwendigen Strahlengruppen müssen in den Wellenlängen um 320 μμ bis 310 μμ gesucht werden, und zwar kommt zur Erythembildung wieder nur ein Teil der zur Erde gelangenden gesamten langwelligen U. V. Strahlung unter den verwendeten Glassorten zur Geltung, wie aus den Versuchen mit Hilfe der Jodmethode hervorgeht. Wenn auch *Peemöller* und *Dannmeyer* auf Grund

von Versuchen mit künstlichen Lichtquellen der Ansicht sind, daß durch U. V. Gläser das langwellige U. V. Licht wenig absorbiert wird, so läßt sich obiger Schluß doch aus unsern Versuchen ziehen. *Hill* vertritt z. B. die Anschauung, daß nur durch Sonnenstrahlen von einer größeren Wellenlänge als 300 μμ auf der Haut eine U. V. Reaktion hervorgerufen wird, da die Kurve der Sonnenenergie in der Gegend von 300 μμ sehr niedrig ist und zwischen 310 und 320 μμ steil in die Höhe geht.

Das Versuchsergebnis in Bezug auf die Erythembildung widerspricht den eingangs erwähnten Versuchen von *Hausser* und *Vahle*. Sie fanden bei Belichtung mit spektroskopisch getrennten Strahlenqualitäten, daß die Wirksamkeit der einzelnen Wellenlängen — allerdings bei gleicher physikalischer Energie — bezüglich des Erythems, thermoelektrisch gemessen, betrug:

bei 313 μμ 4,5
„ 302 „ 58
„ 297 „ 100
„ 289 „ 30 usw.
„ 253 „ 16

Nach diesen Versuchen von *Hausser* und *Vahle* kommt also den Strahlenbezirken größer als 313 μμ keine erythemerzeugende Wirkung zu. In der Zwischenzeit haben jedoch neuere Untersuchungen andere Feststellungen ergeben. So stellt *Dessauer* auf Grund seiner Versuche — eine genaue definierte, durchschnittlich 0,01 %ige, reine Eiweißlösung wurde von ihm unter strengen Bedingungen und unter sorgfältigen Kontrollen U. V. Licht verschiedener Wellenlängen ausgesetzt — die Behauptung auf, daß sicherlich dem Strahlenbezirk bis zu 320 μμ also $>$ 313 μμ noch eine erythemerzeugende Kraft innewohne. *Kollath* geht noch weiter und schreibt den Wellenlängen zwischen 320 μμ und 400 μμ noch eine erhebliche Wirkung zu. Zu erwähnen sind hier auch die Versuche von *Jüngling*, welcher die Entstehung des Hauterythems bei Sonnen-

bestrahlungen mit und ohne Fensterglas untersuchte. Das verwendete Glas schnitt die Strahlen bei 313 μμ ab und schwächte ferner die Strahlen noch bis über 320 μμ hinaus. Die Erythembildung wurde durch das Glas stark verringert, war aber immer noch, wenn auch gering, zu erreichen. *Jüngling* schloß daraus, daß die U. V. Strahlen des Sonnenlichts um so stärker entzündungserregend wirken, je kurzwelliger sie sind.

Die Versuche von *Hausser* und *Vahle* haben deutlich gezeigt, daß das enge Spektralgebiet um 300 μμ bei weitem das wirksamste für die Erythemerzeugung ist; aber man kann auch wie schon gesagt, typische Erytheme mit Strahlen von bedeutend längerer Wellenlänge hervorrufen, wenn hier auch vielleicht eine längere Expositionszeit erforderlich ist. Es ist sogar gelungen, mit Hilfe von konzentriertem Kohlenbogenlicht, welches durch ein bestimmtes Filter passierte, das mit Sicherheit alle Strahlen unter 400 μμ ausschloß, einwandfreie Erytheme nach einstündiger, allerdings intensivster Bestrahlung hervorzurufen.

Auch *Hausser* und *Vahle* fanden auf Grund neuer Untersuchungen mit monochromatischem Licht, daß nach Bestrahlungen mit Lichtstrahlen der Wellenlänge 366 μμ ein Erythem auftreten kann. Bei Anwendung der gleichen physikalischen Energiemengen, wie sie bei den Versuchen mit den Wellenlängen 313 μμ bis 253 μμ angewandt wurden, fanden sie, daß die Wirksamkeit der Wellenlänge 366 μμ etwa nur $^1/_{1000}$ der Wellenlängen um 300 μμ ausmacht. Da jedoch die Sonne eine der Lichtquellen darstellt, in denen die Linie 366 μμ nach *Keller* mehr als 1000 mal so stark ist als die meisten nicht zur Erde gelangenden Strahlenbezirke um 297 μμ, so ist trotz der Kleinheit der von *Hausser* und *Vahle* festgestellten Wirkungszahl, die Bedeutung gerade dieser Wellenlänge nicht zu unterschätzen. Denn unter zu Grundelegung der Zahlen von *Fabry* und *Biusson* verhalten sich die Intensitäten der Linien 366 μμ: 297 μμ

bei einer Sonnenhöhe von 60^0 = 741 : 1
" " " " 50^0 = 1858 : 1
" " " " 40^0 = 7814 : 1
" " " " 30^0 = 97950 : 1

Es muß also gerade dem langwelligen U. V. Licht der Sonne eine bedeutende Wirksamkeit zukommen und vor allem in der Ebene diesen Strahlenbezirken der Sonne eine nicht zu unterschätzende Teilwirkung zugeschrieben werden. Auch unsere Versuche mit gewöhnlichem Fensterglas lassen auf eine erythembildende Kraft gerade der langwelligen U. V. Strahlen um 366 μμ schließen. Es wurde hier bei den Patienten D. und F. nach Sonnenbestrahlung unter Fensterglas ein, wenn auch sehr schwaches Erythem, erzielt. Jedenfalls ist aber anzunehmen, daß die Stärke der unter U. V. durchlässigem Glas erzielten Erytheme gerade durch diesen Strahlenbezirk beeinflußt wird.

Wenn die an sich schwachen Erytheme nach Bestrahlung hinter U. V. durchlässigem Glas ein solch langes Bestehen aufweisen, wie aus den Tabellen hervorgeht, so dürften hier die neuen Untersuchungen von *Hausser* und *Vahle* eine Erklärung geben. Sie haben gezeigt, daß im Ablauf von Lichterythemen ganz erhebliche Unterschiede bestehen. Erytheme, welche durch kürzere Wellenlängen hervorgerufen werden, bilden sich nach *Hausser* und *Vahle* erheblich schneller zurück als solche, die durch langwelliges U. V. Licht enstanden sind. Sie fanden weiterhin, daß langwelliges U. V. Licht bereits bei geringer Steigerung der Dosis sehr viel stärkere Erytheme hervorruft, als eine unverhältnismäßig größere Dosis von kurzwelligen Strahlen. Auch dieses Versuchsergebnis ist wieder ein Beweis dafür, daß es sich bei unsern Versuchen unter U. V. Glas nur um verhältnismäßig langwelliges U. V. Licht handelt.

Weiterhin taucht die Frage auf, wie kann es bei einer solch minimalen Intensität von biologisch doch gering wirksamen Strahlen zu einem Erythem kommen, wie wir es im Falle der Patienten C. D. und F. hinter Ultravit und Sanalux bei 3stündiger Bestrahlung erreichten, und

wie ist es möglich, daß es bei den meisten Fällen nach Bestrahlung unter U. V. durchlässigen Gläsern später zu deutlicher Pigmentation kommt? Wenn Unterschiede in der Erythemstärke bei den einzelnen Patienten zu konstatieren sind, so ist dies sicher der individuellen Empfindlichkeit der Haut zuzuschreiben.

Die deutliche Erythembildung ist natürlich nur der Unterstützung der U. V. Strahlung durch das langwellige Spektrum, der sogenannten Wärmestrahlung zuzuschreiben. Nach *Dorno* werden Erythem und Pigmentierung auch dann hervorgerufen, wenn eine große Wärmeintensität bei ganz minimaler U. V. Strahlungsintensität herrscht, die menschliche Haut also von einem Strahlengemisch getroffen wird, welches Wärmestrahlen von großer, und U. V. Strahlen von minimaler Intensität enthält. Es ist eine Erfahrungstatsache, daß bei Sonnenbestrahlung viel größere Kalorienmengen vom Menschen vertragen werden, als bei Bestrahlungen mit andern Lichtquellen, sodaß Hauttemperaturen bis zu 50° für kürzere Zeit anstandslos vertragen werden. Die Wirkung der tief penetrierenden Wärmestrahlen kann sich nun insofern geltend machen, als sie die Haut für die gleichzeitige Bestrahlung mit U. V.-Licht sensibilisiert, dadurch, daß in dem zu bestrahlenden Hautbezirk eine aktive Hyperämie entsteht. Wahrscheinlich ist auch, daß noch andere Strahlenarten des Sonnenspektrums die Haut für U. V. Licht empfindlich machen. Es besteht also kein Zweifel, daß auch die sichtbaren Lichtstrahlen und die Wärmestrahlen Anteil an der Erythembildung haben, jedenfalls aber die Wirkung der kurzwelligen Strahlenbezirke weitgehend unterstützen. Für letzteres sprechen vor allem die langjährigen Erfahrungen *Dorno's* in Davos, welcher die stärkste Erythembildung im Frühjahr bei intensivster Wärmestrahlung und relativ geringer U. V. Strahlung fand. Auch *Linke* ist der Anschauung, daß eine Wellenlänge trotz sehr kleinen physiologischen Wirkungsfaktors, doch eine Wirkung haben

kann, wenn Intensität und Absorption sehr groß sind. Er hält dies für möglich bei den Sonnenstrahlen von 320 μμ bis 400 μμ. Auch die oben erwähnten Erytheme nach Bestrahlung hinter gewöhnlichem Fensterglas dürften hier noch einmal angeführt werden.

Es wurde vorhin die Frage aufgeworfen, wie es nach einer Erythembildung, welche doch im Verhältnis zu Erythemen nach ungefilterter Sonnenbestrahlung als sehr gering zu bezeichnen ist, zum Teil zu einer solch deutlichen Pigmentation kommen kann, wie bei einzelnen von uns bestrahlten Patienten. Diese Tatsache findet wieder durch Versuche von *Hausser* und *Vahle* eine Erklärung. Sie fanden, daß den Strahlenbezirken $>$ 300 μμ stärkere pigmentierende Eigenschaft innewohnt, als den kurzwelligen U. V. Strahlen. Durch ihre Versuche hat also die alte Erfahrung von der stärkeren Pigmentation nach Sonnenbestrahlungen im Gegensatz zu der Bestrahlung mit der Quarzlampe experimentelle Bestätigung gefunden. So tritt im Sommer doch bei den meisten Menschen eine Hautpigmentierung auf, ohne daß ein Erythem vorausgegangen ist.

Die Wärmestrahlung der Sonne spielt natürlich auch eine Rolle. Nach *Hausmann* kann durch Wärme Pigmentbildung im Lichte hervorgerufen werden, welche bei denselben Lebewesen in der Kälte ausbleibt. Auch *Kisch* fand, daß Pigmentbildung durch länger dauernde Wärmestrahlung hervorgerufen werden kann. Nach ihm kann es bei ganz geringer U. V. Strahlung der Sonne mit Hilfe der Wärmestrahlung doch zu einer erheblichen Pigmentation kommen. Offenbar ist also der Wirkungsgrad der Umsetzung von Erythem in Pigment um so besser, je langwelliger die benutzte U. V Strahlung ist, was sicher damit zusammenhängt, daß bei den längeren Wellenlängen tiefere Hautschichten wegen geringerer Apsorption beteiligt sind und durch die Wärmestrahlung eine bedeutende Unterstützung der U. V. Strahlung stattfindet. Zu erwähnen sind weiter

noch Versuche von *Peemöller*, welcher feststellte, daß das langwellige U. V. Licht oberhalb von 313 μμ im Stande ist, nach längerer Einwirkung, ohne daß ein Hauterythem vorausgeht, eine braun-rote Pigmentation hervorzurufen. Er stellt ebenfalls die Behauptung auf, daß es selbst unter dem Einfluß der dunklen Wärmestrahlen zu einer Bräunung der Haut kommt. Auch weist er auf Grund von Versuchen mit erythembildenden + Wärmestrahlen darauf hin, daß durch diese Kombination sowohl Erythembildung, als auch die Pigmentierung stärker zum Ausdruck kommt, als durch erythembildende Strahlung allein. Damit dürfte die oben aufgeworfene Frage, über die bei den Versuchen erreichte Pigmentation erklärt sein.

Was ist nun über den praktischen Wert der U. V. durchlässigen Gläser zu sagen?

Die Versuche unter der Höhensonne weisen auf eine schlechte Durchlässigkeit für kurzwelliges U. V. Licht hin. Die Untersuchungen im Freien ergaben, daß nur langwelliges U. V. Licht im Hochsommer bei uns zur Erde gelangt und, daß von diesem Strahlenbezirk durch die verwendeten U. V. Gläser ein erheblicher Teil absorbiert bzw. reflektiert wird. Die biologisch wichtigsten Strahlen gelangen also nur zu einem geringen Teil bei uns zur Erde und dies zu einer Zeit, wo doch die Sonne ihr Maximum an U. V. Strahlung besitzt. Da ja aber auch dem Strahlungsgebiet $>$ 313 μμ eine biologische Wirkung innewohnt, könnte man hier an eine praktische Verwendungsmöglichkeit der U. V. Gläser denken. Zu berücksichtigen ist aber, daß bei fast allen Versuchen die U. V. Gläser von der benutzten Strahlung beinahe vollkommen senkrecht passiert wurden. Es muß bedacht werden, daß bei schrägem Strahleneinfall erhebliche Intensitätsverluste eintreten. *Hausmann* und *Krumpel* fanden, daß durch den Strahleneinfall von 45° fast keine Intensitätsveränderung bei U V. Gläsern gegenüber den senkrecht einfallenden Strahlen bestand. Bei einem Strahleneinfall von 30° war jedoch eine erhebliche Differenz

festzustellen. Ferner betrug bei unsern Versuchen der Abstand der Gläser von der Reaktionsflüssigkeit nur 10 cm. Nach Versuchen von *Pfleiderer* steht aber fest, daß schon in einem Abstand von 2 m hinter U. V. Gläsern nur noch minimale Werte von U. V. Strahlung nachweisbar sind. Von uns konnte unter U. V. Gläsern bei 1 m Abstand von der Mischflüssigkeit eine verwertbare Reaktion nicht mehr erzielt werden, was wohl an den geringen U. V. Intensitäten liegt, welche zu uns herabgelangen. Auch bei Bestrahlungen von Patienten hinter U. V. Glas konnte in größeren Abständen als ein Meter keine sichtbare Wirkung mehr erreicht werden. Da aber die Räume, für welche hauptsächlich die Verglasung mit U. V. durchlässigen Gläsern gefordert wird, auch meist eine bedeutende Tiefe haben, wie z. B. Schulen, Fabrikräume, Bureaus usw., so würden demnach nur solche Personen, die nahe dem Fenster sitzen, höhere Strahlungswerte erhalten, d. h. nur solche Raumbezirke sind einer reichlicheren Bestrahlung, wenn man sie so bezeichnen darf, ausgesetzt, welche nahe dem Fenster liegen. Die Versuche in Räumen hinter geschlossenen Fenstern zeigen sicher spärlichere Resultate, als wenn sie im Freien ausgeführt wären. Denn wir haben doch im Freien mit einer ganzen Reihe von klimatischen Faktoren zu rechnen, welche die Erythembildung verstärken und beschleunigen, die aber in geschlossenen Räumen sicherlich wegfallen. Außerdem kommt hinzu, daß der größte Teil, der ja schon an und für sich spärlichen U. V. Strahlung noch durch die Kleidung absorbiert wird. Die Versuche wurden ferner zu einer Jahres- und Tageszeit ausgeführt, wo nach einwandfreien Feststellungen die Sonne ihre größte U. V. Intensität besitzt und auch während eines Sommers, welcher das durchschnittliche Maß der in Marburg zu verzeichnenden Sonnentage erheblich überschritt. Die Sonne ist in unseren Breiten eine ziemlich unkonstante Lichtquelle, und eine durch mehrere Sommer hindurch vorzunehmende Untersuchung über die Durchlässigkeit der U. V. Gläser

würde sicher ein noch bedeutend weniger befriedigendes Ergebnis zeitigen. Gerade in unseren Breiten haben wir selbst in den Monaten Juni bis Juli mit einer verhältnismäßig geringen Anzahl von reinen Sonnentagen zu rechnen. Aus unsern Versuchen ergibt sich, daß bei Fehlen der direkten Sonnenstrahlung Reaktionen hinter U. V. Glas nicht mehr erzielt werden können. Dieses Ergebnis wird noch bestärkt durch *Dorno,* welcher feststellte, daß schon bei dunstigem Wetter selbst in Davos nur selten Strahlen um 300 μμ zur Erde gelangen.

Die mit Hilfe von künstlichen Lichtquellen gefundenen Ergebnisse — es wird ja U. V. Glas angepriesen, welches bis zu 80 % für die biologisch wirksamen Strahlenbezirke durchlässig sein soll — dürfen nicht als Maßstab für die praktische Verwendungsmöglichkeit der Gläser angesehen werden. Denn die zu Versuchen verwendeten künstlichen Lichtquellen senden viel stärkere U. V. Intensitäten und kurzwelligere Strahlen aus, als dies bei der Sonne der Fall ist. Auch die günstigen Messeergebnisse über U. V. Strahlungen — nach *Dorno* gelangen z. B. in Davos Sonnenstrahlen bis zu 290 μμ Wellenlänge unter den günstigsten Verhältnissen zur Erde — dürfen keinesfalls berücksichtigt werden. Untersuchungen über den Wert der U. V. Gläser müssen an Ort und Stelle ihrer Verwendung ausgeführt werden. Wir haben nur eine Atmosphäre, welche bedingt für die Sonnenstrahlung durchlässig ist, und es muß daher der Weg in Betracht gezogen werden, den die Strahlen zurücklegen müssen, bis sie an den betreffenden Ort gelangen.

Es findet ferner eine Schwächung der Strahlung durch die örtlich bedingten Verunreinigungen der Luft, wie suspendierte Staub- und Rauchpartikel, den jeweiligen Gehalt an Wasserdampf, absorbierende Gase und die meist verschiedenartige Bewölkung statt. Gerade für Groß- und Industriestädte ist dies von besonderer Wichtigkeit, weil doch hier sicherlich noch viel geringere U. V. Werte ge-

funden werden können, als bei unsern Versuchen in Marburg, welches erstens im Vergleich zur Ebene schon ziemlich hoch gelegen ist und zweitens keinerlei Industriezweige beherbergt. Werden diese Verhältnisse genügend berücksichtigt, so fällt sicher für viele Orte schon eine Verwendung von U. V. durchlässigen Fenstergläsern von vorneherein weg.

Hinzu kommt noch, daß die Ausdehnung des ultravioletten Spektrums der Sonne auch in erster Linie von der Sonnenhöhe abhängig ist. Die Absorption der U. V. Strahlen nimmt, je schräger sie die Atmosphäre passieren müssen, um so stärker zu, d. h. die kurzwelligen Strahlen nehmen in gesteigertem Maße bei zunehmender Wegstrecke ab, sodaß z. B. nach *Dorno* bei einem Sonnenstand in Horizonthöhe alle violetten und sogar blauen Strahlen verschwinden. Bemerkenswert ist ferner, daß nach Untersuchungen *Dornos* bei mittlerer Sonnenhöhe auf höchsten Bergeshöhen etwa $^1/_5$, auf schon bewohnbaren Höhen des Hochgebirges etwa $^1/_4$ und in der Ebene sogar mehr als die Hälfte der gesamten einfallenden Sonnenstrahlen verloren geht.

Natürlich ist auch die Jahreszeit zu berücksichtigen. Bei uns kommen sicher nur in der Zeit des höchsten Sonnenstandes, in den Monaten Juni—Juli und August, U. V. Strahlen zur Erde. In Betracht zu ziehen ist selbstverständlich auch, daß nur zu bestimmten Tagesstunden diejenigen Strahlen zur Erde kommen, denen ein bestimmtes Maximum der Wirkungen eigen ist. Der Charakter und die physiologische Wirkung der Sonnenstrahlen am gleichen Ort und bei gleichen Luftverhältnissen ändern sich vom Morgen zum Mittag und vom Mittag zum Abend. Den U. V. durchlässigen Gläsern käme also in unserm Gebiete eine praktische Bedeutung, wenn man eine solche einmal annehmen würde, nur in den Monaten Juni bis August zu, und dann nur zu bestimmten Tagesstunden.

Die praktische Verwendungsmöglichkeit der U. V.

Gläser wird jedoch noch durch andere Faktoren getrübt. So stellte *Suhrmann* fest, daß U. V. Gläser, welche längere Zeit der Sonnenbestrahlung und den Atmosphärilien ausgesetzt waren, ihre spektrale Durchlässigkeit für kurzwelliges Licht ändern, wenn auch in geringerem Maße für die langwelligeren Bezirke um 320 μμ.

Mit Recht wurde auch die Frage aufgeworfen, ob die U. V. Gläser nicht durch Verunreinigungen der Luft, wie Staub und Rauchprodukte, einen großen Teil ihrer an sich schon sehr geringen Durchlässigkeit einbüßten. Vor allem hat man hier an fetten, schmierenden Staub gedacht, wie er in Industriegegenden vorkommt. *Hausmann* und *Krumpel* haben in Wien mit U. V. Gläsern, welche längere Zeit dem Stadtverkehr ausgesetzt waren, Versuche angestellt und gefunden, daß bei senkrecht auffallendem Licht die Durchlässigkeit dieser Gläser fast nicht gestört wird; auch bei einem Strahleneinfall von 45° konnte noch kein großer Unterschied gegenüber reinen Gläsern festgestellt werden. Bei einem Strahleneinfall von 30° war jedoch in der Strahlenreichweite eine merkliche Differenz vorhanden, und die allgemeine Schwärzung eines zur Messung verwendeten Spektralbandes eine bedeutend geringere bei den verunreinigten Gläsern als bei gereinigten Glassorten. Nach *Dorno* vermindert trockener loser Staub die Durchlässigkeit nicht wesentlich, wohl aber fettiger, schmierender Staub.

Auch die verschiedene Dicke der einzelnen U. V. Glassorten spielt eine Rolle, und ferner die Tatsache, daß die Durchlässigkeit einer bestimmten Glassorte bei Produkten verschiedener Schmelzflüsse abweicht.

Berücksichtigt man noch den Preis der U. V. Gläser, welcher etwa 5 bis 6 mal so groß ist als der des gewöhnlichen Fensterglases, so kommt man unbedingt zu dem Schluß, daß eine praktische Verwendung derselben, wenigstens in unseren Breiten, nicht in Frage kommt. Dieser erhöhte Aufwand geht keineswegs parallel mit dem Erfolg.

Dagegen sprechen nun eigentlich die Versuche und guten Erfolge, welche in Schulen, Gewächshäusern und Tiergärten z. T. nach Verglasung mit U. V. durchlässigem Glas erzielt wurden. In Gewächshäusern erreichte man wie oben erwähnt unter U. V. Glas ein beschleunigtes Wachstum und ein besseres Gedeihen der Pflanzen. Diese Erfolge sind sicher darauf zurückzuführen, daß alle Exemplare der Pflanzenwelt zum größten Teil dem einfallenden Licht eine große ausgedehnte Blattfläche darbieten und in den meisten Fällen diese Flächen wiederum der wechselnden Richtung des einfallenden Lichtes folgen, sodaß noch so spärliche U. V. Mengen hier eine Wirkung ausüben können. Bei Gewächshäusern hat man nicht mit einer räumlichen Tiefe zu rechnen; auch ist die räumliche Verteilung der Gläser eine ganz andere als sie z. B. bei Wohnhäusern, Schulen usw. angebracht werden kann. Die verblüffenden Erfolge in Schulen, welche mit U. V. Glas versehen wurden und hauptsächlich vom Auslande mitgeteilt werden, müssen ebenfalls Zweifel erregen. Denn unter gewöhnlichen Arbeits- und Lebensverhältnissen sind doch nur Hände und Gesicht dem Lichte ausgesetzt. Diese Angriffsfläche muß man aber als zu gering bezeichnen, wenn auch eine genügende Menge U. V. Strahlung die verwendeten U. V. Gläser passiert haben sollte, was nach den neueren Untersuchungen ausgeschlossen erscheint. Es ist sicher unmöglich durch alleinige Lichtwirkung auf Gesicht und Hände die Haut, welche doch eines der wichtigsten physiologischen Organe darstellt, in ihren Beziehungen zu Stoffwechsel, Atmung und Zirkulation zu beeinflussen. Ein positiver Wert könnte sich, selbst bei genügend vorhandener Qualität und Quantität von U. V. Strahlung, sicher nur dort feststellen lassen, wo der Körper unbekleidet der Lichtwirkung ausgesetzt werden kann.

Noch aus andern Gründen kann dem U. V. Glas seine praktische Verwendungsmöglichkeit abgesprochen werden. Während der Jahreszeiten mit stärkerer U. V. Strahlung

können mit wenigen Ausnahmen die Fenster bewohnter Räume geöffnet werden. Es sind hier also keine U. V. Gläser nötig. Ja, es gelangt auf diese Art und Weise das, an sich schon in unsern Gegenden spärliche, U. V. Licht besser an seinen Bestimmungsort. Auch die alleinige Himmelsstrahlung kann auf diese Weise ausgenutzt werden. Die vorliegenden Versuche haben gezeigt, daß das Himmelslicht U. V. Strahlen, wenn auch in geringen Mengen enthält, und daß bei Zwischenschaltung von U. V. Glas dasselbe vollständig verloren geht.

Durch die marktschreierische Reklame der U. V. Glas herstellenden Firmen wird insofern ein großer Irrtum erregt, als danach angenommen werden muß, daß in einem Raum, dessen Fenster z. B. mit einem U. V. Glas von 80% Durchlässigkeit versehen sind, nun auch 80% der im Freien vorhandenen U. V. Strahlung auf den Menschen einwirken. Es wird der Eindruck erweckt, daß man durch Glasscheiben das Klima im Zimmer hat, wie z. B. *Pfleiderer* sich ausdrückt. Die Fenster brauchen nicht mehr geöffnet zu werden, denn wir haben ja U. V. durchlässiges Glas. Durch diese Anschauung werden leicht, besonders da der Preis der U. V. Gläser sehr hoch ist, andere wichtige Gesundheitsmaßnahmen in den Hintergrund gestellt. Vor allem der mächtige Heilfaktor „Bewegte Luft" — unsere Zeit glaubt ja immer noch an die Schädlichkeit derselben — tritt in den Hintergrund. Mit dem Einbau von U. V. Gläsern kann der Aufenthalt im Freien niemals ersetzt werden. Eine gute Hautdurchblutung, die eine Vorbedingung für eine gute Strahlenausnutzung ist, wird hauptsächlich durch Luftbewegung und Abkühlung hervorgerufen. Mit dem Einbau von U. V. Gläsern ist noch lange nicht das Wesentliche für die Gesunderhaltung bzw. Gesundung getan.

Zum Schluß der Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. *Ruete*, sowie Herrn Oberarzt Dr. *Schubert* für die liebenswürdige Förderung der Arbeit meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

Bach, Anleitung und Indikationen für Bestrahlungen mit der künstlichen Höhensonne.

Bernhard, Heliotherapie bei chirurgischen Leiden. Strahlth. 1925, Bd. 20, S. 479.

Das Fotochemische Klima, im besonderen des Hochgebirges und seine Beziehungen zur Heliotherapie. Strahlth. 1919, Bd. 9, S. 520.

Dessauer, Zur Frage des Grundvorganges der biologischen Strahlenwirkung. Strahlth. 1928, Bd. 30, S. 506.

Dorno, Tägliche, jährliche und säkuläre Schwankungen der Sonnenstrahlung nach Beobachtungen in Davos. Strahlth. 1929, Bd. 31, S. 330.

Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung. Lehrb. d. Strahlth. Bd. I, S. 29.

Ultraviolettdurchlässiges Glas, Strahlenth. 1928, Bd. 29, S. 20.

Ultraviolettdurchlässiges Glas, „ 1929, Bd. 33, S. 389.

Eder u. *Valenta,* zit. nach *Peemöller* u. *Dannmeyer.*

Fabry u. *Buisson,* Astrophys. Journ. Bd. 54, zit. nach *Suhrmann, Dorno* u. *Keller.*

Felten, Gefahren der Ultraviolettstrahlen u. des U. V. durchlässigen Glases für die Volksgesundheit. Med. Welt 1928, Nr. 29, S. 1106.

Guthmann, Lichterythem, Pigmentation und Wellenlänge. Münch. Med. Wochschr. 1927, Bd. I, S. 402.

Hausmann, Allgemeine Lichtbiologie und Lichtpathologie, Lehrb. d. Strahlth. Bd. I, S. 613.

Hausmann u. *Haxthausen,* die Lichterkrankungen der Haut. Sonderb. z. Strahlth. Bd. 11, 1929.

Hausmann u. *Krumpel,* Ueber den Einfluß der unter Alltagsbedingungen stattfindenden Verstaubungen und Verschmutzung auf die Durchlässigkeit von Fenstergläsern und Quarzplatten im Ultraviolett. Strahlth. 1928, Bd. 29, S. 353.

Hausser u. *Vahle,* die Abhängigkeit des Lichterythems und der Pigmentbildung von der Schwingungszahl der erregenden Strahlung. Strahlth. 1922, Bd. 13, S. 41.

Hill, Die Messungen der biologisch aktiven U. V. Strahlen des Sonnenlichtes. Strahlenth. 1929, Bd. 34, S. 117.

Höhere Lehranstalt f. Gartenbau Weihenstephan. U. V. durchlässiges Glas. Med. Welt 1928, Nr. 29, S. 1113.

Holzknecht, Die geschichtliche Entwicklung der Strahlenbehandlung und ihre Bedeutung für die Heilkunde. Lehrb. d. Strahlth. Bd. I, S. 1.

Huldschinsky, Die prophylaktische Wirkung d. U. V. Strahlung bei der Rachitis.

Heilung von Rachitis durch künstliche Höhen-Sonne. Deutsch. Med. Wochschr. 1919, Bd. I, Nr. 26, S. 712.

Jüngling, Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung des Sonnenlichtes und des Lichtes der Quecksilberquarzlampe auf die Haut. Strahlth. 1916, Bd. 7, S. 413.

Keller, Die Lichtbiologischen Grundlagen einer U. V. Licht-Dosimetrie. Strahlth. 1929, Bd. 34, S. 129.

Dosierung und Dosimetrie medizinischer U. V. Quellen. Lehrb. d. Strahlth. Bd. I, S. 217.

Ueber die Wirkung des U. V. Lichts auf die Haut unter besonderer Berücksichtigung der Dosierung. Strahlth. 1923, Bd. 16, S. 52.

Ueber praktische und biologische Höhensonnendosierung. Deutsch. Med. Wochschr. 1922, Nr. 11, S. 346.

Die Strahlenwärmereaktion der Haut. Strahlth. 1928, Bd. 30, S. 731.

Kisch, Die Strahlentherapie der äußeren Tuberkulose. Strahlth. 1920, Bd. 10, S. 352.

Kollath, Probleme und Ergebnisse der Lichtbiologie. Strahlth. 1929, Bd. 31, S. 226.

Linke, Die Sonnen- und Himmelsstrahlung und ihre bioklimatische Bedeutung. Klin. Wochschr. 1927, Bd. II, S. 1826.

Meyer, Lichtbiologie und Lichttherapie. Kongreßbericht 1928, mit Referaten von *Keller*, *Kuhlmann*, *Linke*, *Peemöller*, *Dannmeyer* und *Hausser*.

Meyer-Bering, Methoden zur Messung der Wirksamkeit violetter und ultravioletter Strahlenquellen. Strahlth. 1912, Bd. I, S. 308.

Peemöller u. *Dannmeyer*, Das U. V. Glas. Strahlth. 1929, Bd. 31, S. 379.

Pfleiderer, Der hygienische Wert des U. V. durchlässigen Fensterglases. Strahlth. 1928, Bd. 30, S. 737.

Pickhan, Gesundheitsförderndes Fensterglas. Deutsch. Med. Wochschr. 1929, Bd. I, S. 235.

Rüttenauer, Ueber U. V. Messungen mittels Cadmiumzelle und Elektrometer. Strahlth. 1928, Bd. 27, S. 794.

Ueber Erfahrungen bei U. V. Messungen mit der Cadmiumzelle. Strahlth. 1929, Bd. 31, S. 349.

Schmidt, U. V. durchlässiges Glas. Med. Welt 1928, Nr. 29, S. 1113.

Suhrmann, Die Beeinflussung der Lichtdurchlässigkeit neuer U. V. durchlässiger Fenstergläser durch Sonnenbestrahlung und Atmosphärilien. Strahlth. 1929, Bd. 31, S. 389.

Thedering, Das Quarzlicht.

Die Sonne als Heilmittel.

Vahle, Optische Grundlagen der Lichttherapie und die in der Lichtbehandlung gebräuchlichen Lichtquellen. Lehrb. d. Strahlth. Bd. I, S. 71.

Zimmermann, Ueber die Durchlässigkeit verschiedener Glassorten für U. V. Strahlen. Klinische Wochschr. 1927, Bd. II, S. 2384.

Lebenslauf.

Am 17. November 1905 wurde ich als Sohn des 1927 verstorbenen Rentmeisters *Heinrich Diesinger* und seiner Ehefrau Käthe geb. *Hey* in Gersweiler bei Saarbrücken geboren. Von meinem 6. bis 10. Lebensjahr besuchte ich die Volksschule zu Gersweiler, vom Jahre 1916 an das Reform-Realgymnasium zu Saarbrücken. Ostern 1925 bestand ich die Abiturientenprüfung. Im selben Jahr begann ich mein Medizinstudium. Ich besuchte als Vorkliniker die Universität in Marburg, um nach 4 Semestern meine ärztliche Vorprüfung zu bestehen. Als Kliniker war ich an den Universitäten Köln und Marburg immatrikuliert. Am 18. Juni 1930 bestand ich in Marburg die ärztliche Prüfung. Seit 1. Juli 1930 bin ich an der Universitäts-Klinik für Haut- und Geschlechtskrankheiten in Marburg als Medizinalpraktikant tätig.